외상 후 후각이상에 대한 방사선학적 진단

포천중문대학교 의과대학 분당차병원 신경외과학교실
연세대학교 의과대학 신경외과학교실,* 방사선학교실**
안정용 · 주진양* · 정태섭**

= Abstract =

Radiological Diagnosis for Posttraumatic Olfactory Dysfunction

Jung Yong Ahn, M.D., Jin Yang Joo, M.D.,* Tae Sub Chung, M.D.**

Department of Neurosurgery, Pundang CHA Hospital, Pochon CHA University, Sungnam, Korea
Department of Neurosurgery, Diagnostic Radiology,** Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea*

Objective : To evaluate objectively the sites of injury in patients with posttraumatic olfactory deficits and to suggest the diagnostic procedure for evaluation of posttraumatic anosmia.

Methods : Ten patients with posttraumatic olfactory dysfunction were examined by means of olfactory testing, sinoscopy, contrast filled paranasal sinus computed tomography(contrast filled PNS CT) and magnetic resonance imaging(MRI). Five normal persons without olfactory dysfunction were also evauluated. The aerodynamic patency of olfactory cleft was examined by contrast filled PNS CT. The olfactory system(oflactory bulbs, olfactory tracts, inferior frontal region, hippocampi, or temporal lobes) was investigated in detail with MRI. The difference in the size of the olfactory bulb between normal volunteers and anosmic patients was evaluated by Student's t test.

Results : Contrast filled dynamic CT scan was useful method for the evaluation of dynamic patency of the olfactory cleft. Paranasal CT scan of the all anosmic patients showed dynamic reflux of contrast media in olfactory cleft on valsalva maneuver. For the largest cross-sectional area and great height, the difference in olfactory bulb size between normal volunteers and patients was statistically significant($p<0.001$) in MRI study.

Conclusion : Posttraumatic anosmia was completely evaluated by olfactory testing, sinoscopy, and contrast filled CT scan for differentiation between conductive type and neurogenic type. Neurogenic anosmia was confirmed by perfect localization with MRI study.

KEY WORDS : Magnetic resonance imaging · Olfactory bulb · Posttraumatic anosmia.

서 론

두부외상 후의 후각소실증은 의식 소실이 1시간 미만이거나 의식 소실이 동반되지 않았던 경우에도 약 3 8%의 빈도를 보인다[13]. 일반적으로 두부외상 후에 초래되는 후각 장애는 이비인후과 질환이나 상기도 감염 후에 발생하는 후각소실보다 심하다. 이러한 두부외상 후의 후각소실증은 충격을 받자마자 생기며 회복율은 10% 이하이다[16]. 그러나 두부외상 후의 후각소실의 정확한 원인을 밝혀내기는 어렵고, 기타의 치료 가능한 후각소실의 원인을 간과하기도 쉽다. 후각소실증에 대한 진단 방법은 기능적인 후각검사만 주로 이용되고, 객관적이며 해부학적인 검사 방법은 잘 이루어지지 않고 있다. 따라서 두부외상 후에 발생하는 후각소실에 대한 장애율은 불완전한 방법에 의하여 판정되고 있는 실정이다. 그러나 최근의 방사선 영상 기술의 발달로 후각신경계에 대하여 체계적인 해부학적 연구가 가능하게 되었다. 특히 자기공명영상은 우수한 연조직 분해능으로 뇌신경의 변화를 관찰할 수 있으나 후각경로에 대한 보고는 국내외적으로 드물다.

저자들은 두부외상 후의 후각소실증 환자를 대상으로 비내시경 및 조영제를 이용한 부비동 단층촬영 및 자기 공명

영상으로 체계적인 후각장애의 진단 및 병변의 국소화를 보고자 본 연구를 시행하였다.

대상 및 방법

두부외상 후에 완전히 의식을 회복한 10명(남자 5명, 여자 5명, 16 45세, 평균 31세)의 양측성 후각 장애 환자들과 대조군으로서 후각의 이상이 없는 5명의 지원자(남자 3명, 여자 2명, 18 40세, 평균 28세)를 대상으로 하였다. 5명의 지원자는 모두 비질환의 과거력이 없고 이학적 검사상 비강 질환이 없었으며 후기능 검사에서 정상 소견을 보였다. 후각 장애 환자들의 비내시경 검사상 5명에서 점막에 약간의 분비물이 있었으며 2명에서 경한 비중격 편이가 있었으나 비폐색이나 심한 점막의 부종 및 비갑개의 비후 등은 관찰되지 않았다. 후각기능 검사는 T&T 후각 검사를 시행하였다. Phenylethyl alcohol, cyclopentenolone, isovaleric acid, γ-undecalactone 및 skatole의 5가지 후각 물질에 대하여 각각을 10배씩 희석하여 개개의 냄새에 대한 감지역치와 인지역치를 구한 후 후각영역평균치를 구하여 후각 손실에 대한 정도를 평가한다. 10명의 환자 모두가 후각영역평균치 5.5이상으로 후각소실증으로 진단하였다. 내시경과 후각기능 검사상 후각소실증으로 진단된 환자를 대상으로 하여 후열(olfactory cleft)의 기역동적 관류 상태(aerodynamic patency)를 알기 위하여 비이온성, 등삼투압성 조영제인 Isovist를 이용한 부비동 전산화 단층 촬영을 하였다. 사용한 전산화단층촬영기 및 검사 방식은 GE9800, KV 120, mA 140, scan time 2초, thickness 1.5mm, scan space 1.5mm, bone target을 사용하였다. 먼저 경부를 과신전 시킨 후 비강내에 식염수와 1 : 3으로 희석된 isovist 40ml를 비강내에 투여하였다. 조영제의 고른 분포를 위하여 valsalva maneuver를 시행 후 frontonasal recess부터 비인두강까지 1.5mm간격으로 관상면 전산화단층촬영을 하였다. Valsalva maneuver시에 후열에 조영제의 역동적인 역류현상이 관찰되면 후열의 기역동적 관류 상태는 정상으로 판정하였다. 후열의 기역동적 관류 상태가 정상인 경우는 신경성 후각소실증의 국소화를 위하여 자기공명영상을 시행하였다. 사용한 자기공명기기는 1.5 Tesler(Siemens, Erlangen, Germany)였으며, 표면 코일 혹은 두부코일을 모두 이용하였다. 먼저 시상면 영상을 얻은 후 후구가 위치하는 시상판과 수직으로 스핀 에코 T1(TR/TE/Excitations, 500/15/2), 및 고속 스핀 에코 T2(TR/TE/Excitations, 4000/90/5)강조 관상면 영상을 얻었다. 절편 두께는 3mm, 절편 간격은 없었고 , 영상범위는 12cm, 3획득, 기질 크기는 256×256이었다. T2강조영상을 5배로 확대하여 Presicion planimeter (Hope graph Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 후구의 최대면적, 최대 높이를 후구가 보이는 모든 영상에서 관찰하였다. T1강조영상에서는 후구의 신호강도를 관찰하였다. 정상인과 후각장애 환자의 측정값을 비교하였으며 통계처리는 Student T-test로 하였다. 기타로 전두엽과 측두엽의 상태를 관찰하였다.

결 과

10명의 후각소실증 환자의 부비동 전산화 단층촬영에서 후열에서의 조영제의 역류 현상이 관찰되어 기역동적 관류 상태는 정상이었다(Fig. 1). 대조군에서의 후구는 T1과 T2 강조 관상면 영상에서 전례에서 뚜렷이 관찰할 수 있었으며, 대뇌 피질과 같은 등신호강도를 보였다(Fig. 2). 대조군인 5명의 정상인들의 후구의 최대 면적은 좌측과 우측이 각각 $7.4\pm1.8mm^2$(평균±2S.D.)와 $7.5\pm1.2mm^2$, 최대높이는 좌, 우측이 2.6±0.6mm와 2.5±0.4mm로 양쪽의 후구의 크기는 유의한 차이는 없었다($p>0.5$)(Table 1).

환자군에서의 후구는 5명의 T1과 T2강조 관상면 영상에서만 관찰되었으며, 대뇌 피질보다 낮은 저신호강도를 보였다(Fig. 3). 기타 소견으로는 후구 주위의 유착으로 인한 뇌척수액 공간의 감소 및 하전두엽 및 측두엽의 출혈이 관찰되었다(Fig. 4). 대조군 5명의 좌, 우측 모두 10개의 후구와 후각장애 환자 5명의 좌, 우측 모두 10개의 후구의 최대면적은 $7.4\pm1.5mm^2$(평균±2S.D.)와 $6.2\pm0.6mm^2$, 최대높이는 2.5±0.5mm와 2.1±0.6mm로서 정상인과 후각장애환자 사이에 통계적으로 유의한 차이($p<0.01$)를 나타내었다(Table 2).

고 찰

신경외과 영역에서 후각소실은 동맥류나[7][8] 뇌하수체 종양의 테리온 접근시에나[1] 전두부의 기저부에 있는 병변을 수술할 때에[12] 드물게 동반되는 합병증이나 두부손상 후에는 비교적 흔하게 오는 합병증 중 하나다[5][6][15][17]. 두부외상 후의 후각소실증은 24시간 이상 지속된 외상성 기억소실이 있었던 환자에서 약 31% 정도로 흔하게 발생한다[13]. 의식 소실이 1시간 미만이거나 의식 소실이 동반되지 않았던 경우에도 약 3 8%의 빈도를 보인다[13]. 일반적으로 후각기능의 부전은 비강내에서 냄새를 가지는 물질이 후각 수용체로의 접근이 차단 됨으로서 발생하는 말초성(전도성) 장애와 후각 수용체, 후구, 후각경로 및 전두, 측두, 시상하부 등에 분포되

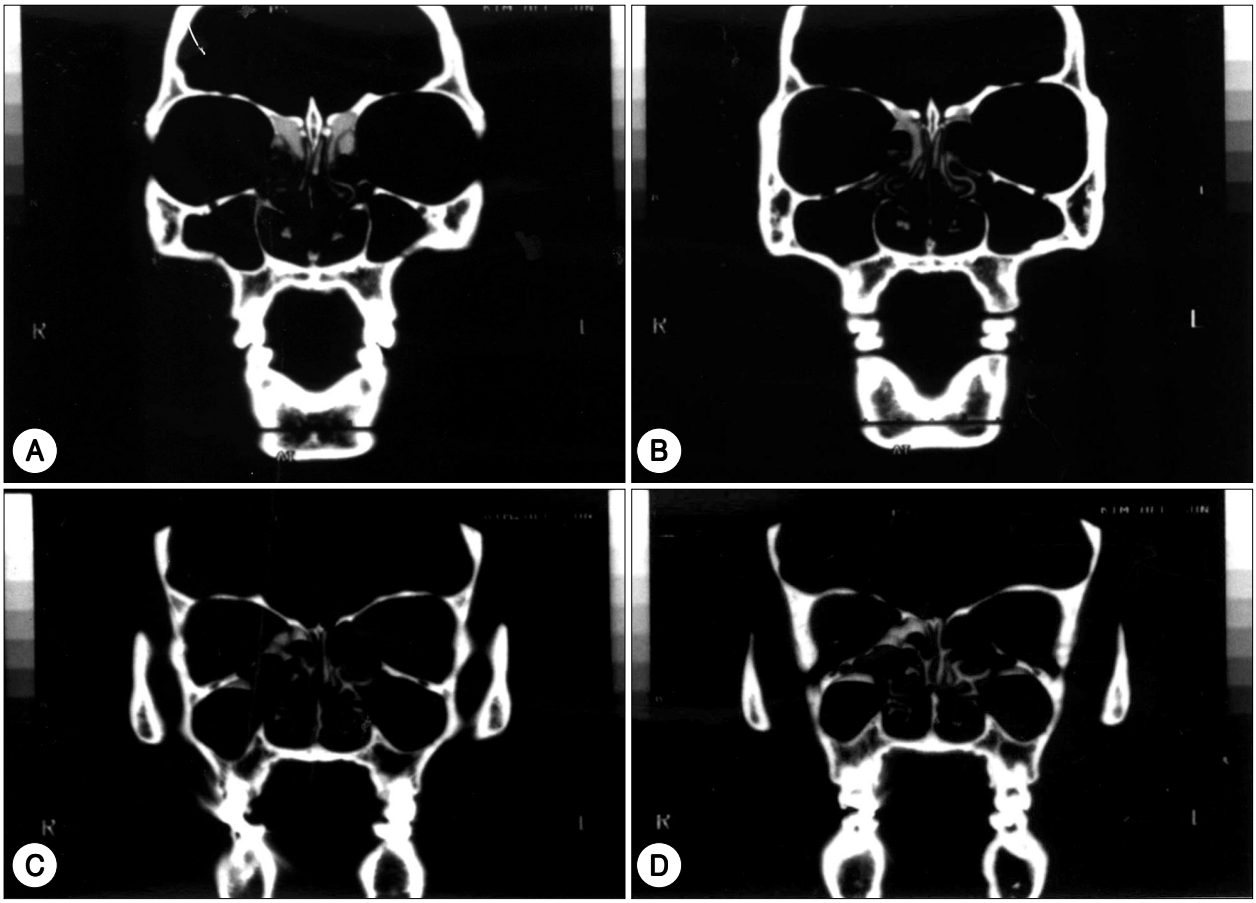

Fig. 1. Contrast filled paranasal computed tomography demonstrating well visualized contrast around the olfactory cleft indicating good aerodynamic patency of nasal cavity.

어 있는 후각중추의 손상에 의한 중추성(신경성) 장애로 나뉜다[2]. 대부분의 두부 손상후의 후각장애는 충격을 받자마자 생기며 회복율은 10% 이하이다[16]. 그러나 일부에서는 말초성 후각장애가 있을 수 있으며, 이는 치료 가능한 질환에 속하며 회복율도 높은 편이다.

본 연구는 이러한 후각장애를 체계적으로 평가하여 치료 가능한 원인을 밝혀내며, 또한 중추성 후각장애의 국소화를 하여 향후 장애율 평가에 도움이 되는 지침을 마련하고자 하였다.

외상 후에 후각소실에 대한 정확한 기전은 알려져 있지 않지만 몇가지 기전이 제시되고 있다. 가장 대표적인 기전은 사판(cribriform plate)에 전단력이 가하여져 사판을 통과하는 후사(olfactory fila)가 손상을 받아 생기며 후각상피에서 재생된 후각세포의 축삭이 후구에 연결되지 못하여 생긴다는 것이다[10][13][18]. 이러한 전단력에 의한 손상은 후두부 충격보다는 전두부 손상에 의한 것이 많기 때문에 대부분의 후각손실은 전두부 손상과 잘 동반된다. 그 외에 고려되는 기전은 후구 혹은 후각경로에 대한 직접적인 손상, 이러한 구조물을 압박하는 뇌출혈 및 하전두부의 중격핵(septal nuclei)이나 안전두부 피질, 내측두엽의 손상 등이다. 즉 후각신경계의 손상에 의하여 냄새의 인지나 판별에 장애가 있을 수 있다. 현재까지 중추성 후각장애에 대한 검사는 대부분이 이비인후과에서의 후각기능 검사에 의존하고 있으며, 이는 역치검사와 인지검사로 구성된다. 후각기능 검사는 Connecticut Chemosensory Clinical Research Center(CCCRC)에서 개발된 검사[3], University of Pennsylvania Smell Identification test[4] 및 T & T 후각검사가 대표적이다. 그러나 이러한 방법에 의하여 말초성과 중추성 후각장애를 완전히 감별한다는 것은 어렵다. 냄새를 지닌 물질이 먼저 후사(olfactory fila)에 잘 도달하는지를 관찰하기 위하여 본 연구에서는 특수한 방법의 전산화단층촬영을 이용하였다. 비이온성, 등삼투압성의 조영제를 비강내에 투입하여 valsalva maneuver를 하여 후열 주위의 역동적 관류 상태를 조사하였다. 이 검사는 두개 기저부까지 냄새가 잘 도달하는지의 여부, 즉 말초성과 중추성을 감별하는 객관적인 방법이다. 말초성 후각장애가 없이 중추성 후각장애가 의심될 경우에는 먼저

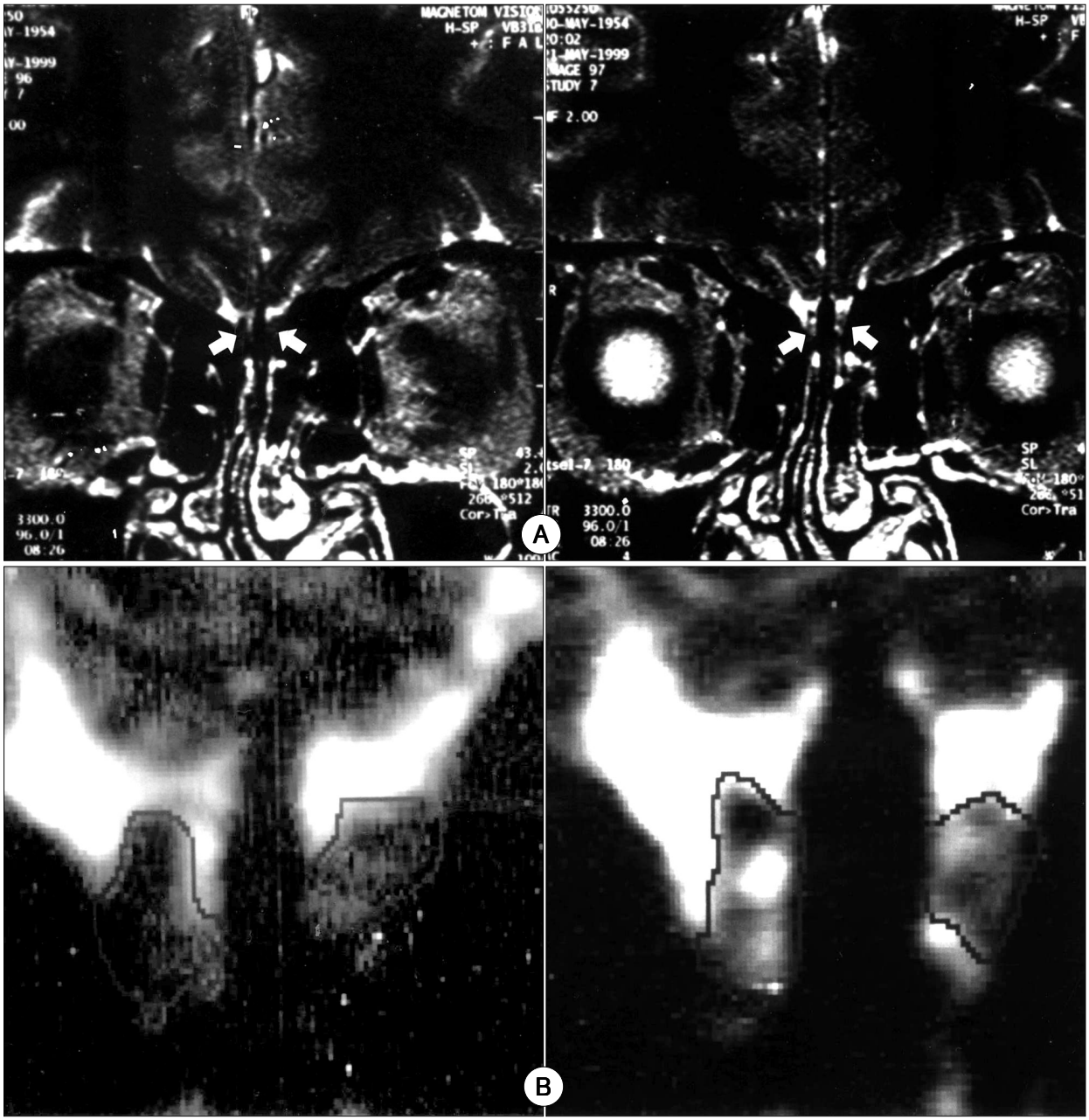

Fig. 2. T2 weighted magnetic resonance imaging in normal group showing well visualized olfactory bulbs(arrow) on both sides (A). Olfactory bulbs are clearly demarcated in its magnified images(B).

Table 1. Size of the largest cross sectional area, height of 5 normal volunteers(mean±2S.D.)

Size	Right olfactory bulb	Left olfactory bulb
Cross sectional area(mm^2)	7.5±1.2	7.4±1.8
Height(mm)	2.5±0.4	2.6±0.6

S.D. : Standard deviation

사판 주위의 변화에 대한 관찰이 필요하다. 사판을 통과하는 신경의 변화를 직접적으로 관찰하기 위해서는 조직검사에 의한 신경의 변성을 관찰하는 것이거나 후각 전위검사(electroolfactogram)가 필요하다[15]. 그러나 임상적으로 이와 같은 검사를 진행하기는 매우 어렵다. 이에 관련된 연구는 향후 더 진행되어야 될 분야이다. 일차 후각신경 이후의 후각신경계는 자기공명영상에서 관찰될 수 있다[9)11)14)16)17)]. 후각신경계에 대한 자기공명영상의 응용은 선천성 후각소실증의 자기공명영상에 의한 연구에서 이루어졌다[16]. 즉 후구 및 후각경로가 관상면의 자기공명영상에서 뚜렷이 관찰되고 있었으며, 이는 선천성 후각소실증에서 명백히 구분되어졌다. 최근에 자기공명영상의 기술의 발전으로 후각신경계의 연구

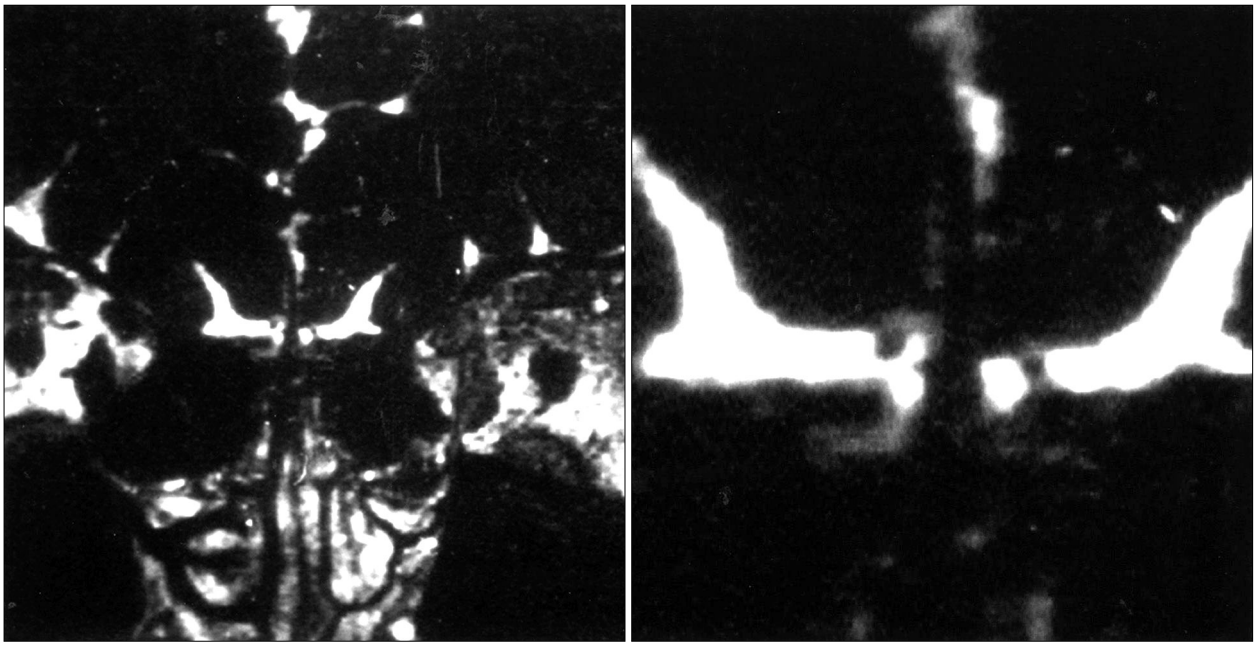

Fig. 3. Magnetic resonance imaging of one anosmic patient demonstrating atrophy of olfactory bulbs on both sides. Its signal intensity is slightly lower than that of cerebral cortex.

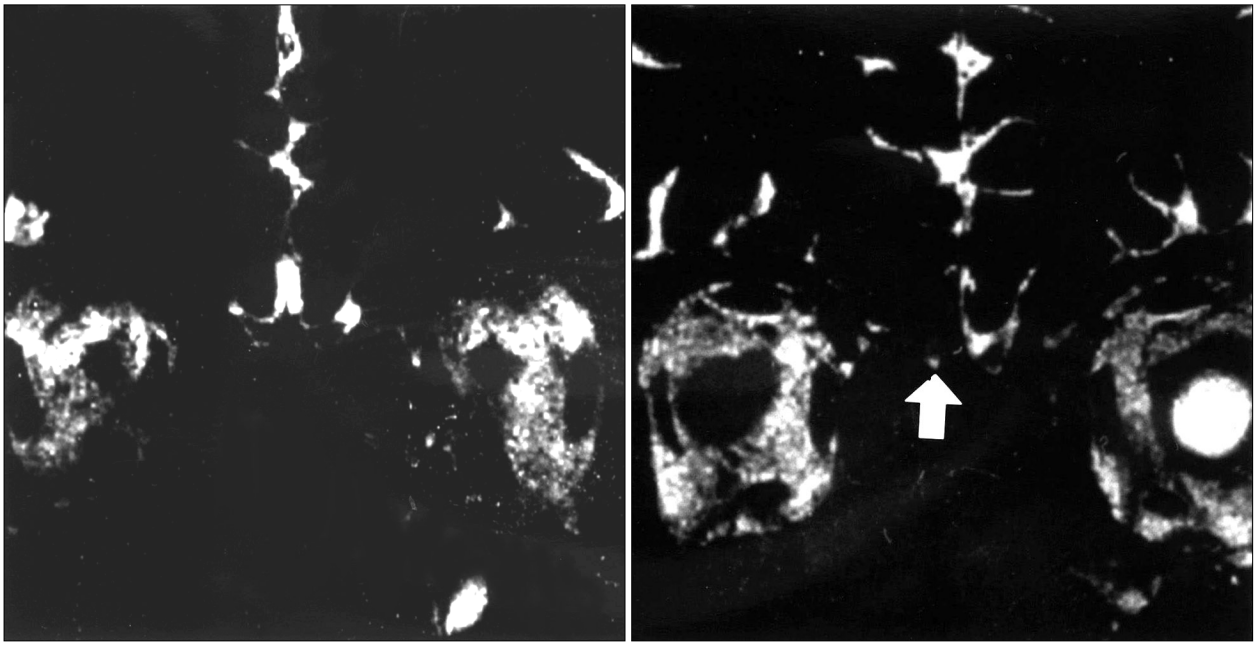

Fig. 4. Magnetic resonance imaging of another one anosmic patient showing absence of right olfactory bulb(arrow) and narrow cisternal space around the olfactory bulbs.

Table 2. Comparison of olfactory bulb size between 5 volunteers and 5 anosmic patients(mean±2S.D.)

Size	Nomral volunteers	Patients	Significance
Cross section area(mm^2)	7.4±1.5	6.2±0.6	p<0.01
Height(mm)	2.5±0.5	2.1±0.6	p, 0.01

S.D. : Standard deviation

에 핵심 검사방법으로 자리잡았다. 대부분의 연구에서 후각소실증 환자의 후구와 후각경로는 위축되어 있었으며, 신호강도는 다양하였다. 결론적으로 본 연구에서와 마찬가지로 후구의 부피나 단면적 및 크기가 가장 의의가 있는 소견이었다. 또한 자기공명영상은 여러 부위의 후각중추를 잘 조영하여 줌으로서 다양한 중추성 후각장애의 국소화에 많은 정

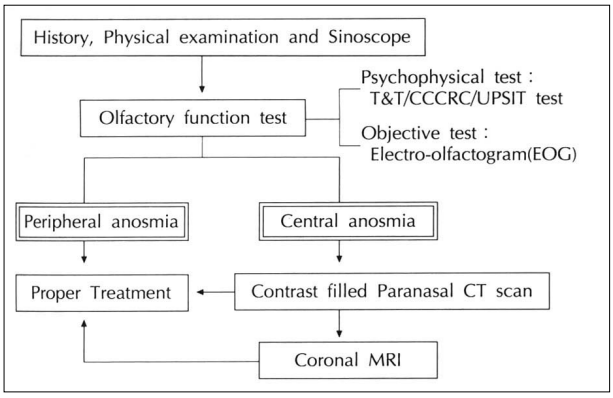

Fig. 5. Algorithm of the evaluation for the postraumatic anosmia.

보를 제공한다. 본 연구에서도 하전두부 피질이나 내측두엽의 출혈을 관찰할 수 있었다. 그러나 아직도 자기공명영상의 해상도가 후구의 단면을 정확히 나타낼 수 있는 정도가 아니기 때문에 향후 보다 낮은 분해능을 가진 자기공명영상이 필요하리라 생각된다. 본 연구에서는 외상 후의 후각 장애에 대하여 체계적인 검사를 위한 순서도를 다음과 같이 제시한다(Fig. 5). 앞으로 사판주위의 후사의 변화를 알 수 있는 방법, 후각소실 및 후각저하에 대한 자기공명영상의 변화, 후각기능 검사와 자기공명영상의 변화와의 관계 및 성별, 연령별 정상 후구의 면적 및 크기에 대한 연구가 필요하리라 생각된다.

결 론

본 교실에서는 10명의 두부외상 후의 후각소실증 환자와 5명의 정상인을 대상으로 내시경, 후각기능 검사, 조영제를 이용한 특수 전산화단층촬영 및 관상면 자기공명영상을 시행하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 비강내 조영제를 투여 후 부비동 전산화단층촬영은 후열의 역동적 관류 상태를 평가할때에 유용한 검사이다.

2) 관상면 자기공명영상을 이용한 후구의 최대면적과 최대크기의 비교에서는 환자군과 정상군에서 통계학적 의의가 있었다.

3) 두부외상 후의 후각소실증에 대하여 순서도에 따라 체계적이고 객관적인 검사가 이루어져 적절한 치료가 필요하리라 생각되며 자기공명영상은 후각신경의 손상에 의한 후각장애의 진단에 유용한 검사법으로 이용될 수 있다.

• 논문접수일 : 1999년 12월 15일
• 심사완료일 : 2000년 10월 31일
• 책임저자 : 안 정 용
463 - 712 경기도 성남시 분당구 야탑동 351
포천중문대학교 의과대학 분당차병원 신경외과학교실
전화 : 031) 780 - 5260, 5262, 전송 : 031) 780 - 5261
E - mail : jyahn@cha.ac.kr

References

1) Andin IH, Onder A, Kadioglu HH, Tahmazoglu I, Kayaoglu GR : *Postoperative anosmia after removal of pituitary gland adenomas using the pterional approach. Acta Neurochir (Wien) 119 : 101-103, 1992*
2) Byron J, Bailey JG : *Head and neck surgery-Otolaryngology. Philadelphia, Lippincott, 1993, pp250-261*
3) Cain WS, Gent JF, Goodspeed RB, Leonard G : *Evaluation of olfactory dysfunction in the Connecticut chemosensory clinical research center. Laryngoscope 98 : 83-88, 1988*
4) Doty RL, Shaman P, Kimmelman CP, Dann MS : *University of Pennsylvania smell identification test : A rapid quantitative olfactory function test for the clinic. Laryngoscope 94 : 176-178, 1984*
5) Doty RL, Yousem DM, Pham LT, Kreshak AA, Geckle R, Lee WW : *Olfactory dysfunction in patients with head trauma. Arch Neurol 54 : 1131-1140, 1997*
6) Duncan HJ, Seiden AM : *Long-term follow-up of olfactory loss secondary to head trauma and upper respiratory tract infection. Arch Otolaryngol Head Neck Surg 121 : 1183-1187, 1995*
7) Eriksen KD, Boge-Rasmussen T, Kruse-Larsen C : *Anosmia following operation for cerebral aneurysms in the anterior circulation. J Neurosurg 72 : 864-865, 1990*
8) Fujiwara H, Yasui N, Nathal-Vera E, Suzuki A : *Anosmia after anterior communicating artery aneurysm surgery : Comparison between the anterior interhemispheric and basal interhemispheric approaches. Neurosurgery 38 : 325-328, 1996*
9) Iida Y, Naito M, Asahina N, Okuda K, Kato M, Okamoto Y, et al : *Magnetic resonance imaging of the olfactory apparatus. Arch Otolaryngol Head Neck Surg 120 : 869-872, 1994*
10) Levin HS, High WM, Eisenberg HM : *Impairment of olfactory recognition after closed head injury. Brain 198 : 579-591, 1985*
11) Li C, Yousem DM, Doty RL, Kennedy DW : *Neuroimaging in patients with olfactory dysfunction. AJR 162 : 411-418, 1994*
12) Spetzler RF, Herman JM, Beals S, Joganic E, Milligan J : *Preservation of olfaction in anterior craniofacial approaches. J Neurosurg 79 : 48-52, 1993*
13) Sumner D : *Post-traumatic anosmia. Brain 87 : 107-120, 1964*
14) Suzuki M, Takasima T, Kadoya M : *MR imaging of olfactory bulbs and tracts. AJNR 10 : 955-957, 1989*
15) Yamagishi M, Okazoe R, Ishizuka Y : *Olfactory mucosa of patients with olfactory disturbance following head trauma. Ann Otol Rhinol Laryngol 103 : 279-284, 1994*
16) Yousem DM, Geckle RJ, Bilker W, McKeown DA, Doty

RL : *MR evaluation of patients with congenital hyposmia or anosmia. AJR 166 : 439-443, 1996*

17) Yousem DM, Geckle RJ, Bilker WB, McKeown DA, Doty RL : *Posttraumatic olfactory dysfunction : MR and clinical evaluation. AJNR 17 : 1171-1179, 1996*

18) Zusho H : *Posttraumatic anosmia. Arch Otolaryngol 108 : 90-92, 1982*